

PAT-NO: JP404335304A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04335304 A

TITLE: POLARIZED LIGHT COUPLER WITH MICROLENS OPTICAL
FIBER TERMINAL

PUBN-DATE: November 24, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KONNO, YOSHIHIRO

KUME, HIROSHI

TADENUMA, MASATO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NAMIKI PRECISION JEWEL CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03135531

APPL-DATE: May 10, 1991

INT-CL (IPC): G02B006/32

US-CL-CURRENT: 385/33

ABSTRACT:

PURPOSE: *To omit optical axis adjustment and to obtain low reflection loss and low coupling loss at the time of multiplexing and demultiplexing between a single-mode optical fiber and a polarized wave maintaining optical fiber.*

CONSTITUTION: A birefringent crystal plate 15 is provided with three ports consisting of optical fiber terminals consisting of single-refractive-index bodies composed of light guide-in part and spherical lens parts 14 for light convergence; and two of the ports are positioned in parallel so that planes of polarization from polarized wave maintaining optical fibers 11 and 11b cross each other at right angles, and coupled optically with the single-mode optical fiber 16 of the remaining one port.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-335304

(43) 公開日 平成4年(1992)11月24日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/32

識別記号

庁内整理番号

7132-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-135531
(22) 出願日 平成3年(1991)5月10日

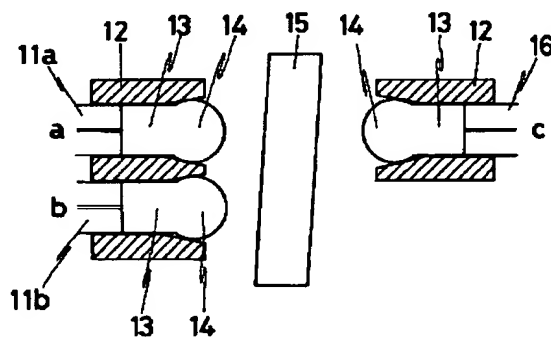
(71) 出願人 000240477
並木精密宝石株式会社
東京都足立区新田3丁目8番22号
(72) 発明者 今野 良博
東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精密
宝石株式会社内
(72) 発明者 久米 浩
東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精密
宝石株式会社内
(72) 発明者 蓼沼 正人
東京都足立区新田3丁目8番22号 並木精密
宝石株式会社内

(54) 【発明の名称】 微小レンズ光ファイバ端末付偏光結合器

(57) 【要約】

【目的】 単一モード光ファイバおよび偏波保存光ファイバからの合波、分波において、光軸調整を省略し、低反射損失および結合損失を得る。

【構成】 複屈折結晶板に対して、光導入部と光集束用球レンズ部からなる単一屈折率体からなる光ファイバ端末からなる3ポートを配置し、内2ポートは偏波保存型光ファイバからの偏光面が互いに直交するように並列に位置し、かつ他1ポートの単一モード光ファイバと光学的に結合するようにした偏光結合器。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一モード光ファイバと前記光ファイバと同一外径をなし光導入部と光集束用球レンズ部からなる単一屈折率体を融着一体化した第一の光ファイバ入出射端と、光線軸に対して結晶光学軸が傾いて形成された複屈折結晶板と、偏光面が互いに直交するように、かつ前記複屈折結晶板を介して第一の単一モード光ファイバと光学的に結合するように位置し、先端部分が前記第一の光ファイバ入出射端と略同一構成をなす入出射端を有する偏波保存型光ファイバで形成された第二、第三の光ファイバ入出射端とで構成することを特徴とした偏光結合器。

【請求項2】 前記光ファイバ入出射端が、前記光ファイバから伝播したガウス分布光束を出射端で少なくとも80 μm 以上に拡大する光導入部の長さを持ち、かつ球レンズ部曲率半径が200 μm 以上である光集束用レンズ部から構成される請求項1の偏光結合器。

【請求項3】 請求項1あるいは2において、前記複屈折結晶板の光線入射面が光線軸に対し傾斜した偏光結合器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光増幅等において利用される偏光結合器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信伝送系において、光の偏光特性を積極的に利用する技術が普及し、偏光成分の合波・分波光学部品の小型化・低価格化を目指した光ファイバモジュールが必要である。たとえばドープ光ファイバ増幅において、強い励起光を注入することが要求されている。一般に実行されている方式は、たとえば特開昭63-115145号公報において提案され、図2に示すように二個の半導体レーザ21、22の偏波面を直交して配置し、偏波保存光ファイバ23a、23b、球レンズ24および偏光ビームスプリッタ25を用いて合波することにより、二倍の強度の励起光を光増幅系に導入している。

【0003】また1991年電子情報通信春大会講演論文集4-126頁、4-281頁には図3に示す部分図、図4の構成が報告されており、このような偏光合成技術が重要な因子となっている。図2～図4において、光ファイバ、斜め研磨フェルール（図3、図4の場合）およびレンズをそれぞれ調整しコリメータ光を形成し、偏光ビームスプリッタへ投射して直交偏波成分を合波している。斜め研磨フェルールは光ファイバ端部の高反射減衰量を与えるため、レンズと光ファイバ間に挿入される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に、これらの光学結合系を最適位置に調整するにはサブミクロンの範囲で制御しなければならず、組立の困難性、組立装置、測定装置等に費用がかかり、最終的な光学デバイス価格を高

2

価なものにしていた。また偏光ビームスプリッタは、一方のプリズム斜面に誘電体多層膜を形成し、他方のプリズムと貼り合わせた構造であり、信頼性に関して問題である。もちろん光ファイバと斜め研磨フェルール、レンズ間の接合も、接着方式の場合同じ問題をもつ。特に光増幅光学系の励起光合波などに利用するときは、注入光強度が1kW/cm²を超えるような極めて高密度な光波を伝播する場合においては、接着層を介することは信頼性を低下させる要因となる。

10 【0005】以上のような偏光結合器の欠点を解決するため、光ファイバとレンズを一体融着しコリメータ系を形成する試みが提案されている。たとえば、Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-5 No. 9(1987)には、William L. Emkey等による単一モード光ファイバ（以下SMFという）に多モード屈折率分布光ファイバ（以下GIFという）を融着し、およそ40 μm のコリメータ光を出射させ、約3mmの空間を0.1～1.6dBの挿入損失で光学結合がとれることを報告している。ただし、この場合は光束の拡大率はGIFコア直径を超えることは理論的に不可能であり、50～62.5 μm が最大限界であり、結果として3mm以上の距離を空間伝播するには大幅な結合損失を生じ、実質的に前述のような応用分野において実用にならない。

20 【0006】これに対して特開昭61-264304号公報ではKevin J. WarbrickがSMFと非ドープシリカファイバレンズを融着一体化した光学系を提唱している。しかし、この場合も回折損失の理由からレンズ曲率半径を62.5 μm に制限しているため、得られる光束は約60 μm であり、構造的にシリカ光ファイバ直径の高々80%程度が限界であった。したがって空間伝播距離として5～20mmを想定した光コリメータを考慮した場合、出射光の直径が60 μm 以下ではガウシアンビームの結合損失が大きくなり実用に適さない。

30 【0007】一方、偏光ビームスプリッタの代わりに複屈折結晶板を用いて偏光分離、偏光合成等の偏光性を制御する試みは、すでにサバル板等において適用されており、技術的な課題は存在しない。しかし、複屈折結晶板を用いて偏光分離を行う場合、最も分離幅の大きい方解石やルチル結晶であっても結晶厚さの約1/10程度であり、光束に応じた結晶長が必要となる。たとえば1mm直径の光線の場合、漏話がない設計にするには10mm以上の結晶の厚さが要求され、したがって小型化を図るには光束の小さいことが必須条件になる。つまり前述の空間伝播損失とは互いに相殺関係をもち、用途に応じて個々の条件を最適化する必要がある。

【0008】

40 【課題を解決するための手段】本発明は、先球融着光ファイバおよび複屈折結晶板を用いた偏光結合器、偏光分離器を提供するものである。すなわち、光コリメータ部分はSMFおよび偏波保存光ファイバ先端に、非ドープ

シリカ光ファイバ光線拡大部分と同じく非ドープシリカ球レンズを融着し単純化し、その光コリメータから想定されるビームウェスト直径の光束分を十分に分離できる厚みを有する複屈折結晶板から構成するものである。

【0009】本発明における偏光結合器は、デバイス全体の形状を極力小型にすることから、レンズ間を5～20mmに設定しており、この範囲で高い結合効率を得るにはコリメータ部分の条件を以下のように設定しなければならない。すなわち球レンズ出射端の光束が80μm以上、レンズ曲率半径が200μm以上のとき高い結合効率が実現可能となる。この場合には当然先球融着光ファイバは単一屈折率体からなり、125μmの光ファイバ外径に近接した状態まで光線拡大部分を設け、さらに球レンズ部分を伝播する経路から、十分に光線拡大がとれる構造でなければならない。本発明者らはすでに特願平3-17022号においてコリメータ部分の技術に関して開示しており、本発明は前記技術を偏波保存光ファイバへ適用し、複屈折結晶板を介して偏光結合器を形成したものである。

【0010】

【実施例】図1は、本発明の偏光結合器の概略図である。図1では光の導入口としてポートa～cの3ポート設け、11a、11bは偏波保存光ファイバであり、16はSMFから形成される。13および14は非ドープシリカ光ファイバでそれぞれ光線拡大部分およびレンズ部分からなる。これらは外径がいずれも125μmであり、12のセラミック製V溝に固定した構造である。図1の場合、球レンズ部の曲率を265μmに設定し、V溝間隔を600μmにした。

【0011】この光コリメータ系では、両側にSMF+先球融着光ファイバ入出射端を固定し、複屈折結晶板15を挿入しないときの結合効率を測定したところ、5.2mmの間隔で最大結合効率0.25dBが得られた。そのときの光束はビームウェスト位置で92μmであった。複屈折結晶板15はルチル単結晶を採用し、結晶光軸の方向を光線入射面に対して45°の角度で切り出し、光学研磨後、反射防止膜を形成したものであり、その厚みは約6mmとした。また反射戻り光を防止するため、光線伝播軸に対して約7°傾けて固定した。

【0012】ポートaおよびポートcの球レンズ間隔は約8.7mmに設定した。光学的な光線伝播長L、ルチルの屈折率を2.47（常光）とすれば、 $L=(8.7-6)+6/2.47$ の関係から約5.1mmとなり、ほぼ最大結合が期待できる。図1において、11a、11bはその偏波保持方向を直交する方向に設定し接着固定した。もちろんあらかじめ光ファイバ表面をメタライズし、V溝にメタル固定にすることも可能である。ポートaからポートcにおけるコリメータ部分の反射減衰量は、それぞれ55dB、56dBおよび52dBであり、光線入出端部自体の反射は低水準に抑制されていることを確認した。

【0013】次にポートaからポートcおよびポートb

からポートcへの挿入損失は、それぞれ0.28dBおよび0.3dBとなった。この場合、挿入損失がいずれも劣化していたが、偏波保存光ファイバの偏光維持能力が現在の市販品で約20dBであるから、1～2%の損失は加算されているものと考えられ、当初予想していた結合状態が実現できた。

【0014】

【発明の効果】本発明は、SMFおよび偏波保存光ファイバ先端に非ドープシリカ光ファイバを融着接続し、光線拡大部分および球レンズ部分を一体構造とし、互いに直交する直線偏光を複屈折結晶板を介して合波、分波する偏光結合器として小型、低価格、量産容易な光学部品を提供するものであり、光アイソレータ、光増幅モジュール、光スイッチ等に最適であり、コヒーレント光通信システムにも利用でき、光関連部品の価格低下に貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の偏光結合器の拡大概略図である。

【図2】従来の偏光合波構造の概略図である。

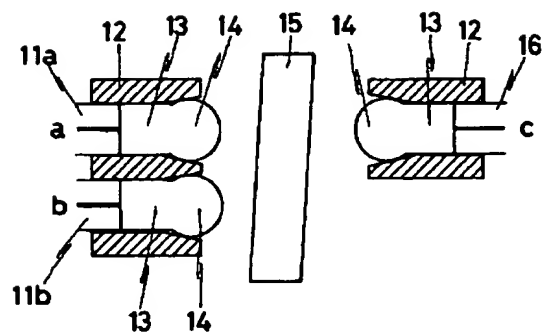
【図3】従来の偏光合波構造の概略図である。

【図4】従来の偏光合波構造の概略図である。

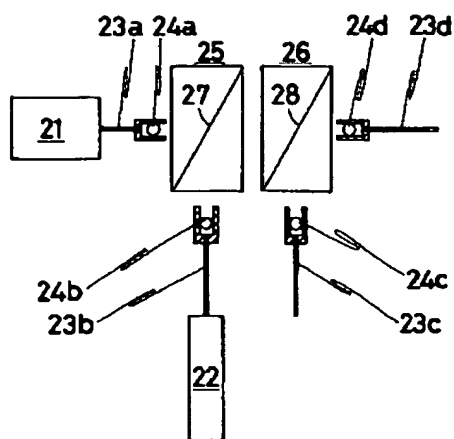
【符号の説明】

- 11a, 11b 偏波保存光ファイバ
- 12 フェルルール
- 13 光線拡大部
- 14 球レンズ
- 15 複屈折結晶板
- 16 SMF
- 21, 22 LDモジュール
- 23a, 23b 偏波保存光ファイバ
- 23c 信号用光ファイバ
- 23d 伝送用光ファイバ
- 24a, 24b コリメートレンズ
- 24c, 24d コリメートレンズ
- 25 偏光ビームスプリッタブロック
- 26 干渉フィルタブロック
- 27 境界面
- 28 干渉フィルタ面
- 31a, 31b 偏波保存光ファイバ
- 32a, 32b 斜め研磨フェルルール
- 33a, 33b 非球面レンズ
- 34 偏光ビームスプリッタ
- 35 低域通過フィルタ
- 41a, 41b 偏波保存光ファイバ
- 41c, 41d 分散シフト光ファイバ
- 42a, 42b, 42c, 42d 斜め研磨フェルルール
- 43a, 43b, 43c, 43d 球レンズ
- 44 偏光ビームスプリッタ
- 45 合波プリズム
- 46 光アイソレータ

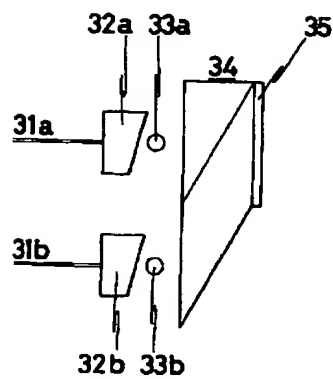
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

